

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ Offenlegungsschrift  
①⑪ DE 30 06 645 A 1

⑤① Int. Cl. 3:  
F 16 B 3/00  
F 16 D 1/08  
B 23 C 3/30

②① Aktenzeichen: P 30 06 645.6  
②② Anmeldetag: 22. 2. 80  
④③ Offenlegungstag: 3. 9. 81

⑦① Anmelder:  
Flekac, Frantisek, 6380 Bad Homburg, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Verbindungselement und das Verbindungselement aufnehmende Aussparungen zum Verbinden zweier  
Maschinenelemente

DE 30 06 645 A 1

DE 30 06 645 A 1

ORIGINAL INSPECTED

BUNDESDRUCKEREI BERLIN 07. 81 130 036/192

9/50

- 2 -

Patent-(Schutz-)ansprüche:

1. Verbindungselement und das Verbindungselement aufnehmende Aussparungen zum Verbinden zweier Maschinenelemente in der Art einer Nut/Paßfederverbindung, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (13) und die Aussparungen (2, 9) mit ellipsenförmigem Querschnitt ausgebildet sind, dergestalt, daß die große Achse (24) des ellipsenförmigen Querschnitts wenigstens annähernd in der Berührungsebene der Maschinenelemente liegt.
2. Verbindungselement und Aussparungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (13) entlang seinem Umfang gleichmäßig an den Aussparungen (2, 9) anliegt (Figur 4).
3. Verbindungselement und Aussparungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (13) im wesentlichen in Richtung der großen Achse (24) an den Aussparungen (2, 9) anliegt (Figur 5).
4. Verbindungselement und Aussparungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (13) im wesentlichen in Richtung senkrecht zur großen Achse (24) an den Aussparungen (2, 9) anliegt (Figur 6).
5. Aussparung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung (9) an wenigstens einem Ende mit sich allmählich verringernder Tiefe (Radius R) ausgerundet ist.
6. Verfahren zur Herstellung einer Aussparung nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein rotierendes spanabhebendes Werkzeug (Fräskopf 3) mit einer zur Vorschubrichtung (6) geneigten Drehachse (5)

130036/0192

2  
- 8 -

in Längsrichtung zu der Aussparung vorgeschoben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als spanabhebendes Werkzeug ein mehrschneidiger Fräser (3) verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als spanabhebendes Werkzeug ein Werkzeug mit einer einzigen Schneide verwendet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle eines spanabhebenden Werkzeugs ein Schleifkörper verwendet wird.
10. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein um das Verbindungselement (13) rotierendes spanabhebendes Werkzeug (16) mit einer zu der Vorschubrichtung (18) geneigten Drehachse (17) in Längsrichtung des Verbindungselements vorgeschoben wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 - 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse (5 bzw. 17) des Werkzeugs zu der Vorschubrichtung (6 bzw. 18) um einen Winkel zwischen 20 - 70° geneigt geführt ist.

Patentanwalt



S. Schubert

**DR. V. SCHMIED-KOWARZIK · DR. P. WEINHOLD · MÜNCHEN**

**DIPL.-ING. G. DANNENBERG · DR. D. GÜDEL · DIPL.-ING. S. SCHUBERT · FRANKFURT**

**GROSSE ESCHENHEIMER STR. 39  
6000 FRANKFURT AM MAIN 1  
TELEFON: (0611) 281134 + 287014  
TELEX: 413110**

**18. Februar 1980  
SS/Ha**

**Frantisek Flekac  
Graf Stauffenberg Ring 102  
6380 Bad Homburg v.d.H.**

**Verbindungselement und das Verbindungselement auf-  
nehmende Aussparungen zum Verbinden zweier Maschinen-  
elemente**

---

**130036/0192**

Beschreibung:

Die Erfindung geht aus von einem Verbindungselement und das Verbindungselement aufnehmende Aussparungen zum Verbinden zweier Maschinenelemente in der Art einer Nut-Paßfederverbindung.

Derartige Verbindungselemente werden in dem Maschinenbau eingesetzt, um eine formschlüssige Verbindung zwischen zwei Maschinenelementen zu schaffen, zwischen denen eine Kraft, insbesondere ein Drehmoment zwischen einer Welle und einer Nabe übertragen werden soll. Mit einer mit derartigen Verbindungselementen gebildeten lösbaren Verbindung wird eine Austauschbarkeit der miteinander verbundenen Maschinenteile und eine gute Winkelpositionierung der Teile zueinander erreicht.

Als zum Stand der Technik gehörende Verbindungselemente der eingangs genannten Gattung sind insbesondere Paßfedern mit rechteckigem Querschnitt bekannt, die in ebenfalls rechteckige Aussparungen in den miteinander zu verbindenden Maschinenelementen passen. - Mit diesen Paßfedern und Nuten werden die Erfordernisse einer lösbaren Verbindung zur guten Übertragung beispielsweise eines Drehmoments bei guter Winkelpositionierung der miteinander verbundenen Teile erzielt. Ein schwerwiegender Nachteil dieser Nut/Paßfederverbindung besteht aber darin, daß auf dem Grunde der Nuten scharfe Übergänge zwischen den zueinander rechtwinklig orientierten Flächen gebildet sind, die praktisch linienförmig in Längsrichtung der Nut/Paßfederverbindung verlaufen. Dadurch wird eine erhebliche Kerbwirkung verursacht. Um die dadurch hervorgerufene Schwächung der Maschinenelemente im Bereich der Nut/Paßfederverbindung auszugleichen, werden diese Teile nach Maßgabe bekannter Erfahrungswerte stärker dimensioniert, als es an sich ohne diese Nut/Paßfederverbindung erforderlich wäre. Abgesehen

130036/0192

davon, daß dadurch der Materialaufwand, die Herstellungskosten der Maschinenelemente und außerdem ihr Volumen und ihr Gewicht erhöht werden, kommt es trotz stärkerer Dimensionierung vor, daß im Bereich der Nuten Zerstörungen des Maschinenelements auftreten.

Um die Kerbwirkung herabzusetzen ist es auch bereits bekannt, Keilwellen vorzusehen, die keine scharfen Kanten aufweisen. Dadurch wird die Kerbwirkung der entsprechenden Aussparungen zwar herabgesetzt, wenn auch nicht in dem gewünschten hohen Maße beseitigt. Diese Verbindung ist jedoch infolge der erforderlichen Einzelherstellung, insbesondere bei großer gewünschter Genauigkeit sehr aufwendig, so daß sie für größere Abmessungen der miteinander zu verbindenden Maschinenelemente meist nicht in Betracht kommt.

Bei weiteren zum Stand der Technik gehörenden Verbindungen zwischen einer Welle und einer Nabe sind diese miteinander zu verbindenden Maschinenelemente mit nicht runden Querschnittsprofilen ausgebildet, so daß auf gesonderte Verbindungselemente zwischen diesen Maschinenelementen verzichtet werden kann. - Die Herstellungsverfahren für die nicht runde Ausbildung der Welle und der Nabe sind jedoch aufwendig. Praktisch ausgeführte Verbindungen sind daher nur für verhältnismäßig kleine Abmessungen der Welle und Nabe bekannt geworden.

In Sonderfällen, in denen beispielsweise eine verhältnismäßig flache Nabe am Ende einer Welle anzubringen war, war es auch bekannt, als Element zur Übertragung des Drehmoments zwischen Welle und Nabe einen runden Stab zu verwenden, der in Aussparungen der Welle und der Nabe paßt, welche zusammen einen runden Querschnitt bilden. Diese Verbindung ist aber insbesondere wegen der Herstellung der runden Bohrung in Welle und Nabe nur über eine kurze Längs-

130036/0192

streckung möglich. Eine Austauschbarkeit der an der Verbindungsstelle aneinander angepaßten Maschinenelemente ist dabei schwierig zu erzielen.

Zu der vorliegenden Erfindung gehört daher die Aufgabe, ein Verbindungselemente und das Verbindungselement aufnehmende Aussparungen so auszubilden, daß die Kerbwirkung an den mit den Aussparungen versehenen Maschinenelemente möglichst gering ist, so daß diese Maschinenelemente im Bereich der Aussparungen ohne Gefahr eines Dauerbruches verhältnismäßig schwach dimensioniert sein können. Diese Aussparungen sollen ebenso wie das in sie passende Verbindungselement mit verhältnismäßig geringem Aufwand hergestellt werden können, auch dann, wenn die Längserstreckung der Verbindung groß ist. Die Verbindungselemente und Aussparungen sollen sich außerdem mit großer Genauigkeit fertigen lassen, um auch eine leichte Austauschbarkeit der mit den Aussparungen versehenen Teile zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verbindungselement und das Verbindungselement aufnehmende Aussparungen mit den in dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Vorteile dieser erfindungsgemäßen Verbindung bestehen insbesondere darin, daß im Vergleich zu der Nut/Paßfeder-Verbindung mit rechteckförmigem Querschnitt die Kerbwirkung erheblich herabgesetzt wird, so daß die Dauerfestigkeit der mit den Nuten bzw. Aussparungen versehenen Teile wesentlich erhöht wird, wodurch wiederum diese Teile im Bereich der Aussparungen verhältnismäßig schwach dimensioniert sein können. Trotzdem sind diese Aussparungen und das Verbindungselement mit vergleichsweise geringem Aufwand mit einfachen Mitteln herstellbar. Auch die Herstellung von Verbindungselementen und Aussparungen einer verhältnismäßig großen Längsausdehnung ist unproblematisch. Das Ausnehmen

130036/0192

der Aussparungen aus den Maschinenelementen ist nicht an eine bevorzugte Stelle, beispielsweise an die Stirnseite einer Welle gebunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verbindungselements und der Aussparungen liegt das Verbindungselement entlang seinem Umfang gleichmäßig an den Aussparungen an. - Dadurch wird eine besonders gleichmäßige Übertragung von Kräften bzw. Momenten, die in Richtung der großen Achse der Ellipse des ellipsenförmigen Querschnitts verlaufen, sowie der hierzu senkrecht orientierten Kraftkomponenten möglich, und zwar mit minimaler Flächenpressung.

In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, daß das Verbindungselement im wesentlichen in Richtung der großen Achse an den Aussparungen anliegt. - Dabei können größere Fertigungstoleranzen in der Richtung senkrecht zur großen Achse vorgesehen sein. Trotzdem ist eine spielfreie Verbindung und gute Kraft- bzw. Drehmomentübertragung in Richtung der großen Achse gewährleistet.

In einer anderen Variante des Verbindungselements und der Aussparung ist hingegen vorgesehen, daß das Verbindungselement im wesentlichen in Richtung senkrecht zur großen Achse an den Aussparungen anliegt. - Hierbei sind größere Toleranzen in Richtung der großen Achse zulässig, während eine Übertragung von Kräften bzw. Drehmomenten in Richtung der großen Achse noch durch Keilwirkung der senkrecht zur großen Achse aneinandergedrückten Maschinenelemente möglich ist.

Soweit die Aussparung nicht durchgängig durch ein ganzes Maschinenelement hindurch verläuft, sondern in der Längserstreckung des Maschinenelements endet, ist weiter vorteilhaft vorgesehen, daß die Aussparung an wenigstens einem Ende mit sich allmählich verringernder Tiefe ausgerundet

130036/0192



ist. - Dadurch wird auch die Kerbwirkung im Bereich dieses Endes der Aussparung auf einem möglichst geringen Wert gehalten. Diese Ausrundung kann ebenso wie die gesamte Herstellung der Aussparung mit einem unkomplizierten Verfahren verwirklicht werden, das im folgenden angegeben ist:

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung der angegebenen Aussparung mit einem einen Teil einer Ellipse beschreibenden Querschnitt zeichnet sich dadurch aus, daß ein rotierendes spanabhebendes Werkzeug mit einer zur Vorschubrichtung geneigten Drehachse in Längsrichtung der Aussparung vorgeschoben wird.

Als spanabhebendes Werkzeug zur Ausübung dieses Verfahrens kann ein mehrschneidiger Fräser verwendet werden, der normalerweise zum Fräsen kreisförmiger Querschnitte eingesetzt wird.

Anstelle dieses Fräasers kann als spanabhebendes Werkzeug zur Ausübung des Verfahrens auch ein Werkzeug mit einer einzigen Schneide verwendet werden, was besonders wenig aufwendig ist.

Für die Bearbeitung gehärteter Maschinenelemente beim Ausformen der Aussparung kann anstelle eines spanabhebenden Werkzeugs vorteilhaft ein Schleifkörper verwendet werden.

Zur Herstellung eines Verbindungselements mit ellipsenförmigem Querschnitt ist erfindungsgemäß ein Verfahren mit den Merkmalen vorgesehen, daß ein um das Verbindungselement rotierendes spanabhebendes Werkzeug mit einer zu der Vorschubrichtung geneigten Drehachse in Längsrichtung des Verbindungselements vorgeschoben wird.

Eine einfache Vorrichtung zur Ausübung dieses Verfahrens, welche ebenfalls erfinderische Merkmale enthalten kann, wird

130036/0192

im folgenden in der Beschreibung angegeben.

Die voranstehenden Verfahren werden spezieller in der Weise vorteilhaft ausgeübt, daß die Drehachse des Werkzeugs zu der Vorschubrichtung um einen Winkel zwischen  $20^{\circ}$  -  $70^{\circ}$  geneigt geführt wird. - Dadurch erhalten die Querschnitte der Verbindungselemente und Aussparungen eine bevorzugte Form des ellipsenförmigen Querschnitts. Bevorzugt ist der Winkel bei der Herstellung des Verbindungselements gleich dem Winkel bei der Herstellung der zugehörigen Aussparungen. Damit wird eine überall gleichmäßige Anlage des Verbindungselements in den Aussparungen erzielt. Abweichungen dieser Winkel untereinander werden in der nachfolgenden Beschreibung besprochen.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand einer Zeichnung mit sechs Figuren erläutert, die darstellen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Nabe eines Zahnrads, in der sich ein Bearbeitungswerkzeug befindet,
- Figur 2 einen Längsschnitt durch ein Wellenende an dem ebenfalls ein Bearbeitungswerkzeug angreift,
- Figur 3 ein Verbindungselement mit zugehörigem Bearbeitungswerkzeug, das im Längsschnitt dargestellt ist,
- Figur 4 einen Querschnitt durch die Verbindung zweier Maschinenelemente mit dem erfindungsgemäßen Verbindungselement in einer ersten Passung,
- Figur 5 die Verbindung mit dem Verbindungselement in einer zweiten Passung und
- Figur 6 die Verbindung mit Verbindungselement in einer dritten Passung.

In Figur 1 ist mit 1 die Nabe eines Zahnrads bezeichnet, aus dem eine Aussparung mit ellipsenförmigem Querschnitt 2, vergleiche auch Figuren 4 - 6, ausgefräst wird.

In der hierzu vorgesehenen Vorrichtung ist ein Fräskopf 3 in einem Träger 4 so gelagert, daß die Drehachse 5, um die der Fräskopf rotiert, um einen Winkel  $\alpha$  zu der Vorschubrichtung 6 des Trägers geneigt ist. Die Vorschubrichtung 6 verläuft dabei parallel zur Mittelachse 7 der Nabe. In dem Träger sind mit unterbrochenen Linien noch zwei Kegelräder 8 dargestellt, mit denen der Antrieb des Fräskopfes angedeutet werden soll.

Durch die Neigung der Drehachse 5 um den Winkel  $\alpha$  zur Vorschubrichtung 6 wird also die Aussparung trotz des kreisförmig rotierenden Fräskopfes mit einem Querschnitt ausgeformt, welcher den Teil einer Ellipse bildet.

In Figur 2 ist das Ausfräsen einer Aussparung 9 aus einem Wellenende 10 dargestellt. Hierzu kann, was durch die gleichen Bezugszeichen wie in Figur 1 angedeutet ist, der gleiche Träger 4 mit dem Fräskopf 3 verwendet werden, der in der Vorschubrichtung 6 parallel zu der Längsachse 11 der Welle vorgeschoben wird.

Bei der Herstellung der Aussparungen 2 und 9 in den Figuren 1 und 2 ist der Fräser auf eine solche Frästiefe eingestellt, daß die beiden Aussparungen 2 und 9, wenn sie übereinandergedreht sind, einen elliptischen vollen Querschnitt bilden, vergleiche auch Figuren 4 - 6.

In Figur 2 ist ferner gezeigt, daß die Aussparung 9 an dem Ende an dem sie in die Welle übergeht um einen Radius R ausgerundet ist. Die Ausrundung kann dabei durch Steuerung der Eindringtiefe des Fräskopfes in Abhängigkeit von Vorschub erfolgen, wobei die Mittel zur Führung und Zurichtung aus der Zeichnung nicht ersichtlich sind.

In Figur 3 ist die Herstellung eines Verbindungselements 13 mit elliptischem Querschnitt dargestellt. Das Verbindungs-

130036/0192

element wird zwischen einem festen Halter 14 und einem einstellbaren Halter 15 drehfest eingespannt, so daß ein spanabhebendes Werkzeug 16 außen um das Verbindungselement drehen kann. Die Drehachse 17 des Werkzeugs ist zur Vorschubrichtung des Werkzeugs 18, die mit der Längsachse des Verbindungselements zusammenfällt, um einen Winkel  $\beta$  geneigt.

Im einzelnen dient als Vorrichtung zur Bearbeitung des Verbindungselements ein rotierender Ring 19, welcher innen das Werkzeug 16 festhält. Der Ring 19 ist mittels eines Kugellagers 20 in einem Träger 21 gelagert. Das Kugellager wird dabei mit einem Sicherungsring 22 in dem Träger gehalten und mit einer Mutter 23 auf dem Ring fixiert. Zum Antrieb des Rings ist ein Keilriemen 24 vorgesehen.

In den Figuren 4 - 6, in denen Querschnitte durch die erfindungsgemäßen Verbindungen im Vergleich zu den Figuren 1 - 3 vergrößert dargestellt sind, ist ersichtlich, wie sich unterschiedliche Neigungswinkel der Bearbeitungswerkzeuge zur Herstellung der Aussparungen 2, 9 einerseits und des Verbindungselements 13 andererseits auswirken.

Gemäß Figur 3 sind die Neigungswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  zur Herstellung der Aussparungen und des Verbindungselements exakt gleich eingestellt, so daß die in dieser Weise erzeugten Aussparungen und das Verbindungselement längs ihres Umfangs überall gleichmäßig zur Anlage gelangen.

Bei der Herstellung der Aussparungen gemäß Figur 5<sup>\*)</sup> des Fräskopfes 3 kleiner eingestellt als der Neigungswinkel  $\beta$  des spanabhebenden Werkzeugs 16. Dadurch sind die Aussparungen zusammengenommen kreisähnlicher als der Querschnitt des Verbindungselements, welches somit in Richtung der großen Achse der Ellipse des ellipsenförmigen Querschnitts an den Wänden der Aussparungen anliegt.

\*) ist der Neigungswinkel  $\alpha$

130036/0192

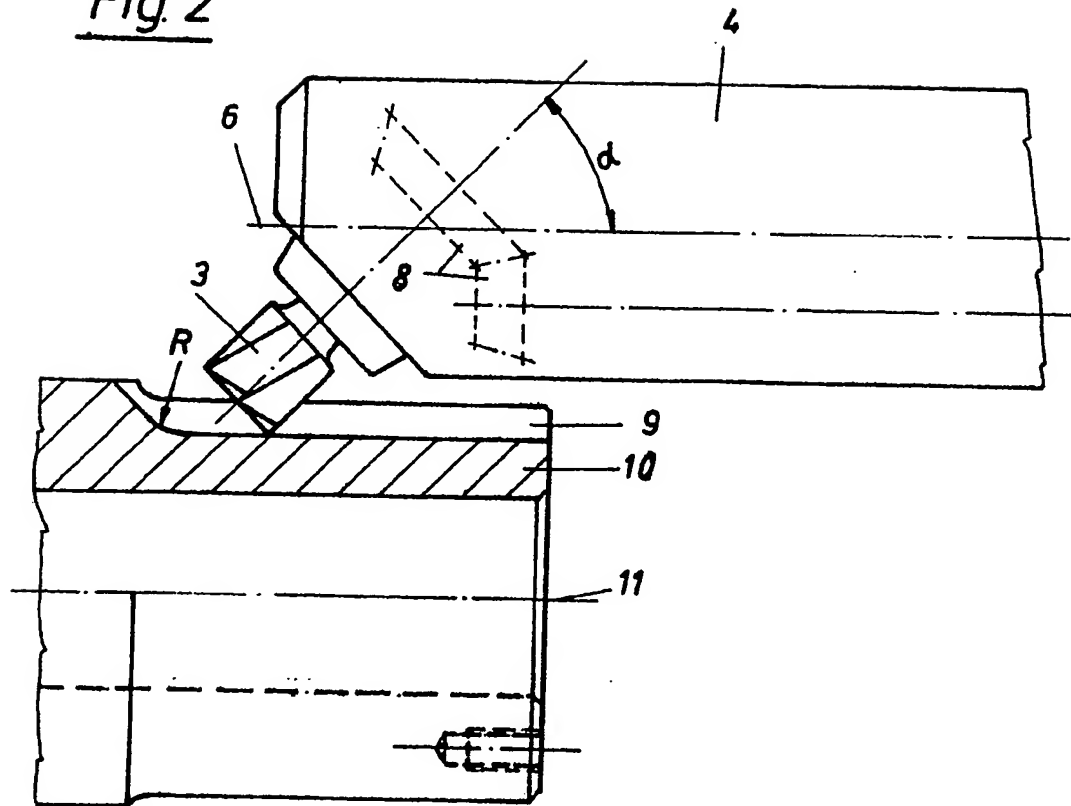
Bei der Herstellung der Aussparungen gemäß Figur 6 ist hingegen der Neigungswinkel  $\alpha$  größer als der Neigungswinkel  $\beta$ , der zur Bearbeitung des Verbindungselements eingestellt wurde. Demzufolge liegt hier das Verbindungselement mit den Seiten an den Wänden der Aussparungen an, welche annähernd senkrecht zur großen Achse der Ellipse des ellipsenförmigen Querschnitts gerichtet sind.

In den Figuren 4 - 6 ist die Richtung der Hauptachse durch die unterbrochene Linie 24 angedeutet, die in tangentialer Richtung der Nabe an der Verbindungsstelle und somit parallel zur Richtung der Umfangskraft verläuft.

Zusätzlich zu den bereits angegebenen Vorteilen wird abschließend bemerkt, daß bei der Herstellung der Aussparungen Teile der hierzu erforderlichen Werkzeugmaschinen-einrichtung an den zu bearbeitenden Maschinenelementen angebracht sein können.

- 13 -  
Leerseite

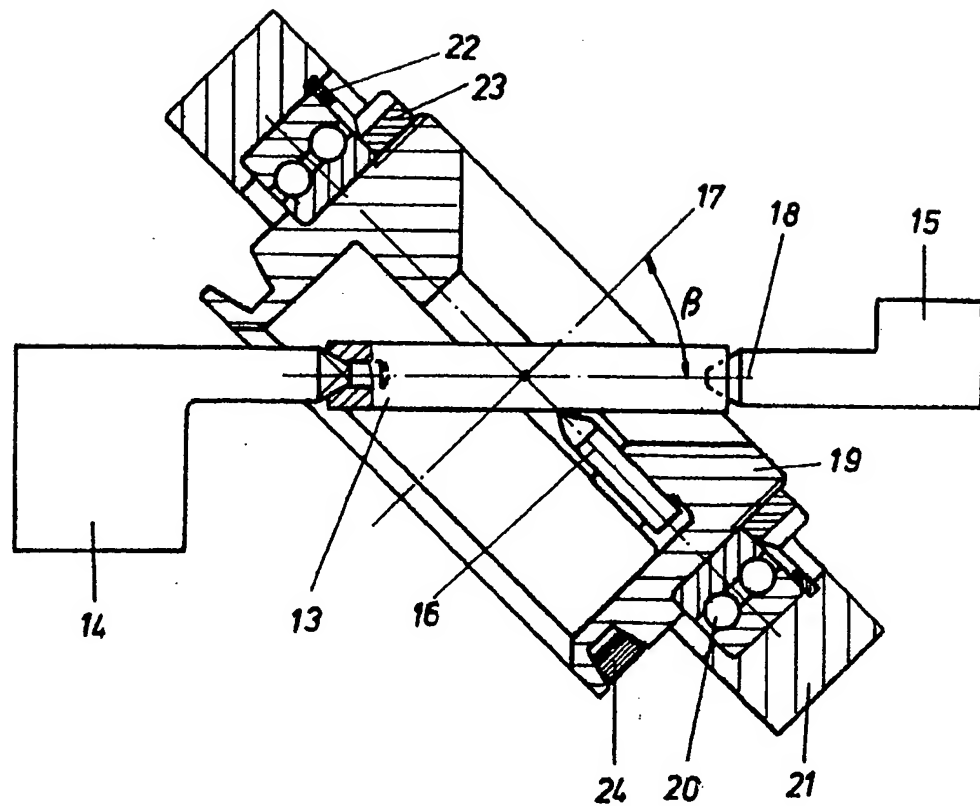
Fig. 2



130036/0192

Frantisek Flekac

Fig. 3



130036/0192

Frantisek Flekac



Fig.4

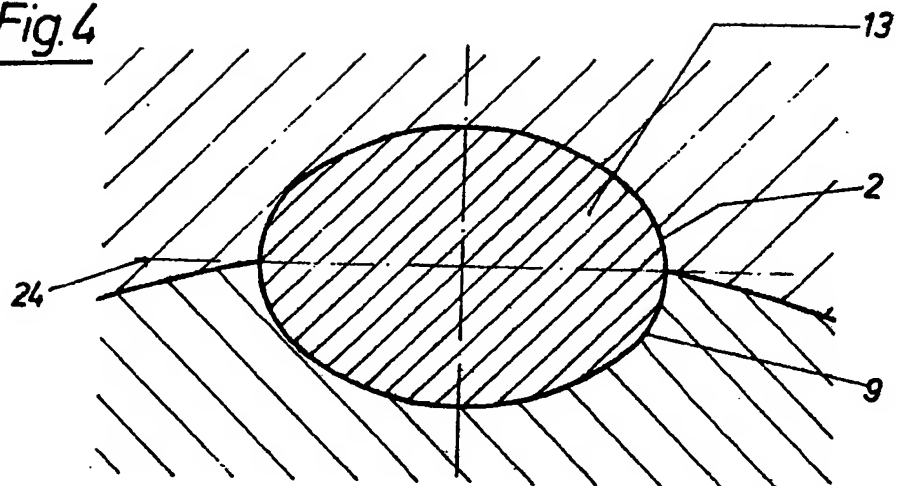


Fig.5

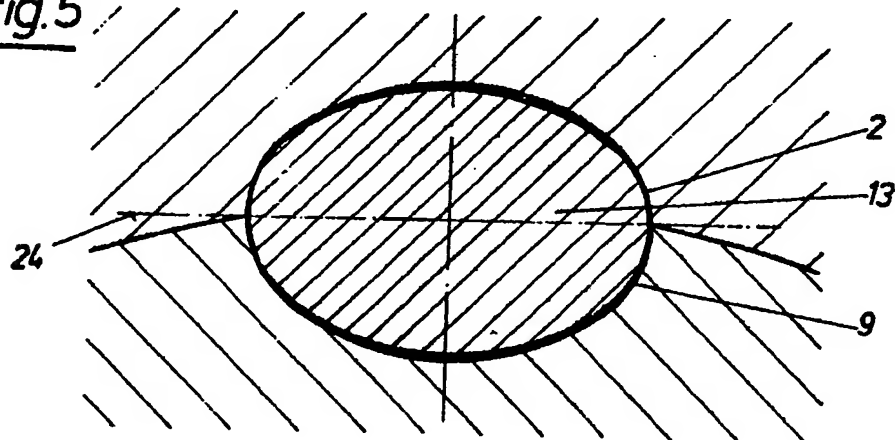
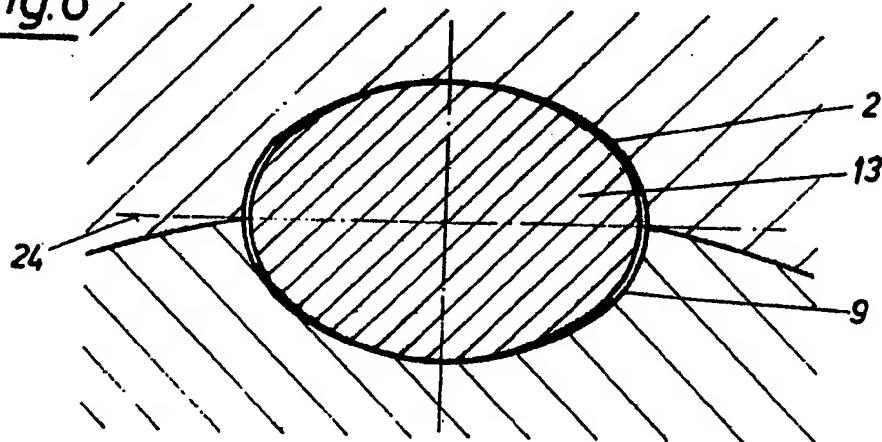


Fig.6



130036/0192

Frantisek Flekac

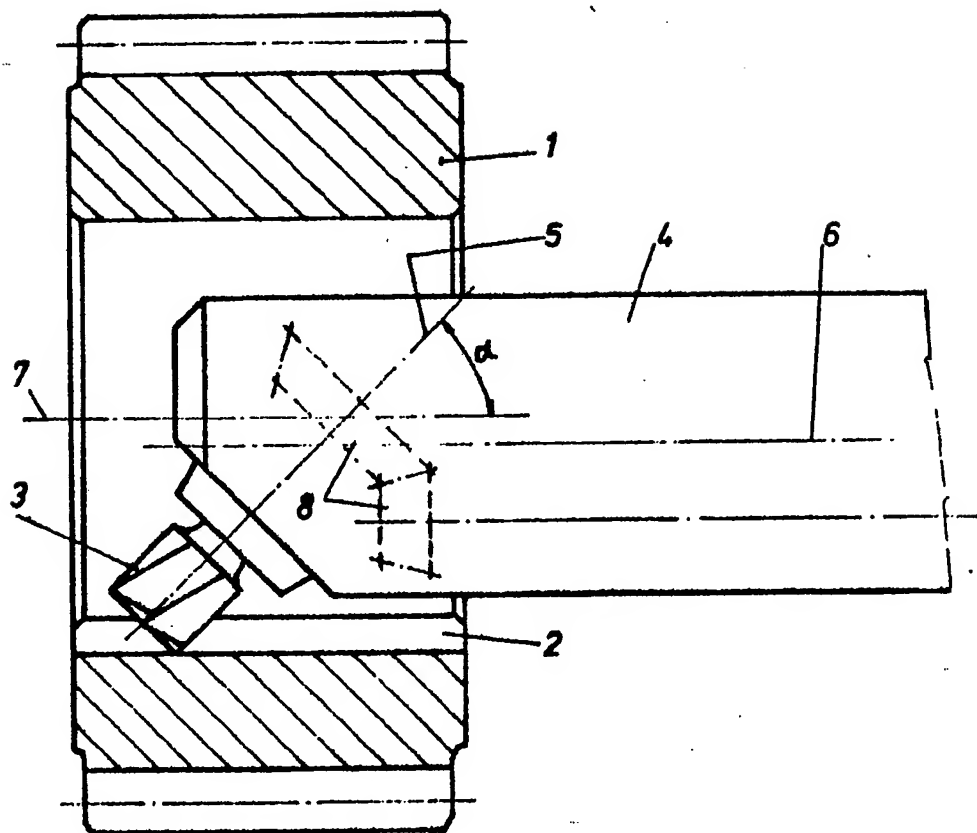
3006645

-17-

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

30 06 645  
F 16 B 3/00  
22. Februar 1980  
3. September 1981

Fig. 1



130036/0192

Frantisek Flekac